



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 54 784.3

**Anmeldetag:**

21. November 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Continental Teves AG & Co oHG,  
60488 Frankfurt/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zur Bestimmung reifeneigenschaftsabhän-  
giger Erkennungsschwellen zur verbesserten Erken-  
nung eines Reifenluftdruckverlustes in einem indirekt  
messenden Reifendrucküberwachungssystem

**IPC:**

B 60 C 23/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 26. November 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**  
Im Auftrag



Dr. V. Koukes  
Dr. A. Köbe  
Dr. S. Stölzl  
Dr. M. Grießer  
P. Säger

**Verfahren zur Bestimmung reifeneigenschaftsabhängiger Erkennungsschwellen zur verbesserten Erkennung eines Reifenluftdruckverlustes in einem indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystem**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, sowie ein Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 4.

Eine zuverlässige Überwachung des Reifenluftdrucks ist für die Sicherheit des Fahrzeuges von großer Bedeutung. Es existieren verschiedene Ansätze, wie die Reifendrucküberwachungssysteme realisiert werden können. Die ersten basieren auf einer direkten Druckmessung im Reifen (TPMS). Solche, z. B. aus der DE 199 38 431 C2 bekannten, direkt messenden Reifendrucküberwachungssysteme (TPMS) überwachen den Reifenluftdruck an allen Rädern mittels in oder an den Fahrzeugrädern bzw. Reifen angebrachten Druckmodulen. Hierbei messen die Druckmodule den jeweiligen Reifenluftdruck oder einen dem Reifenluftdruck proportionalen Wert. Üblicherweise werden die von den Druckmodulen gemessenen Reifenluftdrücke von mit den Druckmodulen verbundenen Sendern an einen oder mehrere am Fahrzeug angeordnete Empfänger mit einer nachgeschalteten Auswerteeinheit gesendet. Durch diese direkte Messung ist das System (TPMS) unabhängig von den Reifeneigenschaften (Reifendurchmesser, Reifenbreite, Sommer-/Winterreifen, etc.). Das direkt messende Reifendruck-

- 2 -

Überwachungssystem (TPMS) kann einen Reifenluftdruckverlust daher mit einer hohen Genauigkeit bzw. engen Erkennungsschwellen erkennen. Nachteilig an diesem System (TPMS) ist, dass zusätzliche Einrichtungen wie z. B. Druckmodule, Sender- und Empfangseinrichtungen, Auswerteeinheit, etc. benötigt werden, wodurch dieses System (TPMS) teuer und, aufgrund der Vielzahl der zusätzlichen Einrichtungen, fehleranfällig ist.

Ein weiteres, auf einer indirekten Druckmessung basierendes System (DDS), beispielsweise in DE 100 58 140 A1 beschrieben, wertet zur Erkennung eines Druckverlustes die Raddrehzahlen oder den Raddrehzahlen proportionale Größen der einzelnen Räder aus. Solche indirekt messenden Reifendrucksysteme sind billig und zuverlässig, da sie meist die bereits in den Fahrzeugen vorhandenen Raddrehzahlsensoren eines Anti-Blockier-Systems (ABS) zur Ermittlung der Raddrehzahlen benutzen. Nachteilig an diesem System (DDS) ist, dass die Raddrehzahlen stark von den Reifeneigenschaften abhängig sind. Um auch bei unterschiedlichen Reifen, z. B. beim Wechsel von üblicherweise breiten Sommerreifen auf schmalere Winterreifen, keine den Fahrzeugführer irritierenden Fehlwarnungen zu erzeugen, werden die Erkennungsschwellen hinsichtlich eines Reifenluftdruckverlustes weiter gewählt. Hierdurch wird dem Fahrzeugführer ein Reifenluftdruckverlust allerdings erst relativ spät angezeigt.

Ferner sind z. B. aus DE 100 60 392 A1 auch kombinierte Systeme bekannt, welche sowohl ein direkt messendes Reifendrucküberwachungssystem als auch ein indirekt messendes Reifendrucküberwachungssystem aufweisen. In solchen kombinierten Systemen wird beispielsweise das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem dazu benutzt, um die Druckmo-

- 3 -

dule in den Rädern einer Einbauposition, z. B. Druckmodul „1“ befindet sich an der Einbauposition „Rad vorne links“; Druckmodul „2“ befindet sich an der Einbauposition „Rad hinten rechts“, etc., zuzuweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren bereitzustellen, welches das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem (DDS) in einem kombinierten System dahingehen verbessert, dass eine Anpassung der Erkennungsschwellen abhängig von den Reifeneigenschaften erfolgt, wodurch dem Fahrzeugführer ein Reifenluftdruckverlust frühzeitig angezeigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Unter dem Begriff Beiwert  $k$  soll erfindungsgemäß ein Wert verstanden werden, welcher die Reifeneigenschaften (Reifendurchmesser, Reifenbreite, Sommer-/Winterreifen, etc.) eines oder mehrerer Fahrzeugreifen beschreibt. Der Beiwert  $k_{VL}$  steht hierbei für die Reifeigenschaften des Rades vorne links, der Beiwert  $k_{VR}$  für die Reifeneigenschaften des Rades vorne rechts, der Beiwert  $k_{HL}$  für die Reifeneigenschaften des Rades hinten links und der Beiwert  $k_{HR}$  für die Reifeneigenschaften des Rades hinten rechts.

Vorzugsweise wird der Beiwert  $k$  aus der Raddrehzahl  $n$ , insbesondere der relativen Raddrehzahländerung  $\Delta n/n$ , und dem direkt gemessenen Reifenluftdruck  $P$ , insbesondere der relativen Reifendruckänderung  $\Delta P/P$ , bestimmt. Ganz besonders bevorzugt erfolgt die Bestimmung des Beiwertes  $k$  durch eine lineare Funktion, in welcher im wesentlichen die relative Raddrehzahländerung  $\Delta n/n$  gleich dem Produkt aus dem Beiwert  $k$  und der relativen Reifendruckänderung  $\Delta P/P$  ist.

Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor. Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben.

Bei dem bekannten indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystem (DDS) werden Informationen über die Radgeschwindigkeiten bzw. die Abrollumfänge der Räder durch Auswertung von Raddrehzahlsensoren ermittelt. Diese Raddrehzahlsensoren sind in vielen modernen Fahrzeugen bereits verbaut um z. B. Raddrehzahlinformationen für ein Anti-Blockier-System (ABS) bereitzustellen. Die Änderung des Radabrollumfangs hängt hierbei von dem Reifenluftdruck und von den Reifeneigenschaften (Reifendruckmesser, Reifenbreite, Gummigemischeigenschaften, Karkassensteifigkeit etc.) ab. Durch die Betrachtung und Auswertung der Abrollumfänge der Räder werden Kriterien für einen Reifenluftdruckverlust festgelegt. Hierzu sind u. a. Erkennungsschwellen notwendig bei deren Über- bzw. Unterschreitung auf einen Reifenluftdruckverlust erkannt wird. Die Erkennungsschwellen sind hierbei abhängig von den Reifeneigenschaften bzw. dem auf den Rädern montierten Reifentyp. Die Erkennungsschwellen und die Empfindlichkeit des indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystems (DDS) werden so angepasst, dass einerseits ein Reifenluftdruckverlust in allen für das Fahrzeug zugelassenen Reifentypen erkannt wird, und andererseits keine Fehlwarnungen gegeben werden. Diese Anpassung erfolgt durch Auswertung der Messergebnisse eines oder mehrerer Druckmodule des direkt messende Reifendrucküberwachungssystems (TPMS).

Das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem (DDS) basiert, wie oben gesagt, auf Raddrehzahlsensoren. Diese Raddrehzahlsensoren sind fest einem Rad (Rad vorne links, Rad vorne rechts, Rad hinten links, Rad hinten rechts) zugeordnet. Hierdurch ist bekannt, von welchem Rad die betreffende Drehzahlinformation (z. B.  $n_{VL}$ : Drehzahl des Rades vorne links) stammt. Weiterhin sind bereits Verfahren bekannt, um auch die in oder an den Rädern angebrachten Druckmodule des direkt messenden Reifendrucküberwachungssystems (TPMS) zu lokalisieren. Durch diese bekannten Verfahren können direkt gemessene Reifenluftdrücke einem Rad zugeordnet werden (z. B.  $P_{VL}$ : Reifenluftdruck des Rades vorne links).

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Reifenluftdruckwerte  $P_{soll}$  vorgeben
2. Signal zum Starten des erfindungsgemäßen Verfahrens geben
3. Einlernphase durchführen
4. Erkennungsschwellen festlegen.

Jeder Reifen wird auf den vom Fahrzeughersteller vorgeschriebenen Reifenluftdruck gebracht (z. B.  $P_{sollVL} = P_{sollVR} = P_{sollHL} = P_{sollHR} = 2,0$  bar). Anschließend wird das erfindungsgemäße Verfahren z. B. durch die Betätigung eines Reset-tasters gestartet. In der Einlernphase werden Referenzwerte  $DIAG$  des indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystems (DDS) aus den Raddrehzahlen eingelernt.

$$DIAG = \frac{n_{VL} + n_{HR}}{n_{VR} + n_{HL}} - 1 = \frac{n_{VL} + n_{HR} - n_{VR} - n_{HL}}{n_{VR} + n_{HL}}, \quad (1)$$

- 6 -

$n_{VL}$ ,  $n_{VR}$ ,  $n_{HL}$ ,  $n_{HR}$  sind die Raddrehzahlen der Räder „Vorne Links“, „Vorne Rechts“, „Hinten Links“ und „Hinten Rechts“. Weiterhin kontrolliert man die Änderungen des Referenzwerts bezüglich des eingelernten Wertes, z. B.:

$$\Delta DIAG = \frac{\Delta n_{VL} + \Delta n_{HR} - \Delta n_{VR} - \Delta n_{HL}}{n_{VR} + n_{HL}}, \quad (2)$$

Die Raddrehzahländerung  $\Delta n$  hängt im wesentlichen von der Reifenluftdruckänderung  $\Delta P$  dieses Rades ab.

Die relativen Drehzahländerungen sind klein und in einer ersten Näherung zu den Druckänderungen proportional:

$$\frac{\Delta n}{n} \approx k \cdot \frac{\Delta P}{P} \quad (3)$$

$\Delta P / P = (P_{ist} - P_{soll}) / P_{soll}$ , (z. B.  $\Delta P_{VL} / P_{VL} = (P_{istVL} - P_{sollVL}) / P_{sollVL}$ ; mit  $P_{istVL}$ : gemessener Istreifendruckwert vom Rad vorne links;  $P_{sollVL}$ : beim Lernen eingestellter Sollreifendruckwert vom Rad vorne links). Die Änderung des Referenzwertes ist eine lineare Kombination der Druckänderungen, z. B.:

$$\Delta DIAG = k_{VL} \cdot \frac{\Delta P_{VL}}{P_{VL}} + k_{HR} \cdot \frac{\Delta P_{HR}}{P_{HR}} - k_{VR} \cdot \frac{\Delta P_{VR}}{P_{VR}} - k_{HL} \cdot \frac{\Delta P_{HL}}{P_{HL}} \quad (4)$$

Nach N Reifendruckänderungen sind im System N Referenzwerte ( $\Delta DIAG$ -Werte) und N  $\Delta P/P$ -Werte vorhanden. Auf der Basis der Regressionsmethode (Methode der kleinsten Quadrate) werden die Beiwerte  $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$  kalkuliert. Je größer N ist, desto genauer werden die Beiwerte  $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$  kalkuliert, deswegen werden die Beiwerte  $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$  nach

- 7 -

jeder neuen Reifenluftdruckänderung neu berechnet. Wenn die Beiwerte  $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$  für jedes Rad separat ermittelt wurden, werden die Erkennungsschwellen  $S$  für das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem (DDS) abhängig von den Beiwerten  $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$  für jedes Rad bestimmt. Hierzu wird ein kritischer Reifenluftdruckverlust  $\Delta P_{krit}$ , z. B.  $\Delta P_{krit}=0,5$  bar, oder z. B.  $\Delta P_{krit}/P = 25 \%$ , definiert, bei dessen Überschreitung eine Warnung an den Fahrzeugführer gegeben werden soll. In diesem Beispiel wurde von einem Sollreifenluftdruck von  $P_{soll} = 2,0$  bar ausgegangen, und es soll somit bei Unterschreitung eines Istreifenluftdrucks von  $P_{ist} = P_{soll} - \Delta P_{krit} = 2,0 \text{ bar} - 0,5 \text{ bar} = 1,5 \text{ bar}$  eine Warnung ausgegeben werden. Unter Berücksichtigung der Gleichung (4) ergibt sich somit ein kritischer Referenzwert  $(\Delta DIAG_{krit})_{xy}$  für das Rad „xy“ von:

$$(\Delta DIAG_{krit})_{xy} = k_{xy} \cdot \frac{\Delta P_{krit}}{P} \quad (5)$$

Da bei Überschreitung des kritischen Referenzwerts  $\Delta DIAG_{krit}$  der Fahrzeugführer gewarnt werden soll, folgt somit für die Erkennungsschwelle  $S$  für das Rad „xy“:

$$S_{xy} < |(\Delta DIAG_{krit})_{xy}| \quad (6)$$

Wenn alle Räder gleiche oder fast gleiche Eigenschaften aufweisen, kann das Annäherungsverhältnis benutzt werden:

$$k \approx k_{VL} \approx k_{VR} \approx k_{HR} \approx k_{HL} \quad (7)$$

- 8 -

Wenn die Räder unterschiedliche Beiwerte aufweisen, so wird ein aus den unterschiedlichen Beiwerten gemittelter Beiwert für die weiteren Berechnungen verwendet.

Aus den Gleichungen (6) und (7) lässt sich somit die Erkennungsschwelle S des indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystems (DDS) unter Berücksichtigung der Reifeneigenschaften (dargestellt durch den Beiwert k) bestimmen:

$$S < \left| k \cdot \frac{\Delta P_{krit}}{P} \right| \quad (8)$$

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Bestimmung reifeneigenschaftsabhängiger Erkennungsschwellen zur verbesserten Erkennung eines Reifenluftdruckverlustes in einem indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystem (DDS), wobei das indirekt messende Reifendrucküberwachungssystem (DDS) einen Reifenluftdruckverlust auf Basis von Raddrehzahlinformationen ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der reifeneigenschaftsabhängigen Erkennungsschwellen direkt gemessene Reifenluftdrücke eines direkt messenden Reifendrucküberwachungssystems (TPMS) mit den Raddrehzahlinformationen des indirekt messenden Reifendrucküberwachungssystems (DDS) verknüpft werden.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Raddrehzahlinformationen und den direkt gemessenen Reifenluftdrücken Beiwerte ( $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$ ), welche die Reifeneigenschaften beschreiben, gebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Beiwerten ( $k_{VL}$ ,  $k_{VR}$ ,  $k_{HL}$ ,  $k_{HR}$ ) und einem kritischen Reifenluftdruckverlust ( $\Delta P_{krit}$ ), welcher einen Reifenluftdruckwert beschreibt bei dessen Unter- bzw. Überschreitung eine Warnung hinsichtlich eines Reifenluftdruckverlustes an den Fahrzeugführer ausgegeben werden soll, die Erkennungsschwellen (S) bestimmt werden.
4. Computerprogrammprodukt, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses einen Algorithmus definiert, welcher ein Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3 umfasst.

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/052987

International filing date: 17 November 2004 (17.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 103 54 784.3  
Filing date: 21 November 2003 (21.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 February 2005 (03.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse